

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ
И КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛООТДАЧИ ТЕПЛООБМЕННИКА
ИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ГЛАДКИХ ТРУБ**

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF HEAT EXCHANGER POWER
AND HEAT TRANSFER COEFFICIENTS, THAT CONSISTS OF
FOUR SERIES-CONNECTED SMOOTH TUBES**

Кудинов И. В., Максименко Г. Н., Халикова Л. Д., Коростелев М. С.,
Бекшаев А. А., Коробовцев Д. С.

Самарский государственный технический университет, г. Самара,
totig@yandex.ru

Kudinov I. V., Maksimenko G. N., Khalikova L. D., Korostelev M. S.,
Bekshaev A. A., Korobovtsev D. S.

Samara State Technological University, Samara

Аннотация: Выполнены исследования новой конструкции теплообменника, состоящего из четырех последовательно соединенных гладких труб, диаметром 0,057 м. По результатам эксперимента, проведённого в условиях естественной конвекции, мощность теплообменника и коэффициенты теплоотдачи оказались равными соответственно 452 Вт и 11,6 Вт/(м²·К). В случае вынужденной конвекции со скоростью движения воздуха 1,5 м/с мощность теплообменника увеличивается до 754 Вт, а коэффициенты теплоотдачи – до 15 Вт/(м²·К).

Abstract: This article talks about executed researches of a new design of the heat exchanger, consisting of four series-connected smooth tubes, with diameter 0,057 m. According to the results of an experiment conducted under conditions of natural convection, the capacity and heat transfer coefficients of the heat exchanger were 452 W and 11,6 W/(m² K). In the case of forced convection with air speed of 1,5 m/s power of the

heat exchanger was increased up to 754 W and transfer coefficients were increased to 15 W/(m²K).

Ключевые слова: мощность теплообменника, коэффициенты теплоотдачи, естественная и вынужденная конвекция.

Key words: heat exchanger power, heat transfer coefficients, natural and forced convection.

Эффективность установок, предназначенных для нагрева жидкостей, существенно зависит от применяемых в них теплообменников. Сложность их расчета связана с неопределенностью граничных условий теплообмена, включающих коэффициенты теплоотдачи с внутренней и наружной стороны. Теоретические методы их определения, с точностью, достаточной для инженерных приложений, практически отсутствуют. В связи с чем, наиболее надежным методом определения коэффициентов теплоотдачи является натурный эксперимент. Для выполнения экспериментов была использована специально изготовленная экспериментальная установка [1]. Её работоспособность была проверена путем определения мощности радиаторной батареи отопления, мощность которой 1200 Вт. Исследования на установке показали ее мощность 1160 Вт. Следовательно, погрешность прибора составляет 6 %.

Для определения мощности теплообменника используется формула

$$Q = G \Delta i, \quad (1)$$

где Q – тепловая мощность, Вт; G – расход жидкости, кг/с; Δi – разность энтальпий на входе и выходе из теплообменника, кДж/кг.

Энтальпия воды находится по формуле

$$\Delta i = i' - i'' = C_{pm} (t' - t''), \quad (2)$$

где C_{pm} – средняя изобарная теплоёмкость воды, кДж/(кг·К); t' , t'' – температуры воды на входе и выходе из теплообменника, К.

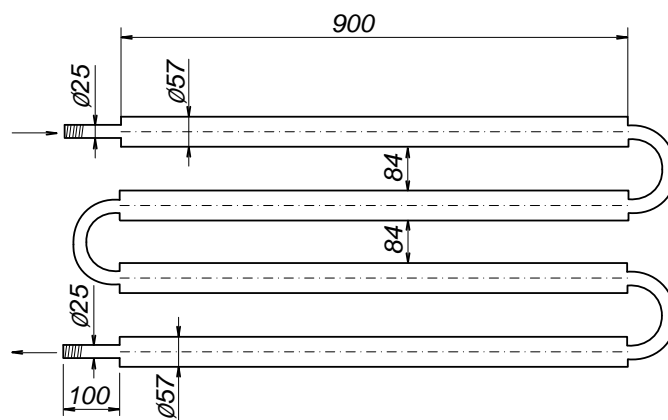
Массовый расход определяется по формуле $G = \rho G_0$, где ρ – плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$; G_0 – объёмный расход, $\text{м}^3/\text{с}$.

Средний коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности теплообменника находится по формуле Ньютона–Рихмана

$$\alpha = Q/[F(t_w - t_a)] , \quad (3)$$

где α – коэффициент теплоотдачи; F – площадь поверхности теплообмена; t_w – средняя температура стенки теплообменника; t_a – температура воздуха в помещении, где выполняется эксперимент.

Теплообменник, мощность которого требуется определить, состоит из последовательно соединённых гладких труб ($\varnothing 0,057 \text{ м}$, рисунок). Рассмотрим последовательность определения тепловой мощности и коэффициентов теплоотдачи теплообменника при естественной конвекции. Средняя изобарная теплоёмкость воды в диапазоне температур от t' до t'' во всех опытах принималась равной $C_{pm} = 4187 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Площадь поверхности теплообмена $F = 0,7 \text{ м}^2$.



Теплообменник из последовательно соединённых гладких труб

В результате эксперимента были найдены: $G = 0,012 \text{ кг}/\text{с}$; $t' = 85^\circ\text{C}$; $t'' = 76^\circ\text{C}$; $t_w = 80,5^\circ\text{C}$; $t_a = 25^\circ\text{C}$.

Тепловая мощность прибора определялась по формуле (1): $Q = 452 \text{ Вт}$.

Коэффициент теплоотдачи от поверхности теплообменника к воздуху находился по формуле (3): $\alpha = 11,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

При обдуве теплообменника потоком воздуха со скоростью $1,5 \text{ м/с}$ в результате эксперимента были получены: $G=0,0112 \text{ кг/с}$; $t'=87^\circ\text{C}$; $t''=75^\circ\text{C}$; $t_w=81^\circ\text{C}$. Тепловая мощность прибора и коэффициент теплоотдачи оказались равными $Q=754 \text{ Вт}$ и $\alpha=15 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$.

Закключение. В случае вынужденной конвекции при скорости воздуха $1,5 \text{ м/с}$ мощность теплообменника возрастает с 452 Вт до 754 Вт , а коэффициент теплоотдачи увеличивается с $11,6 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ до $15 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$.

Список использованных источников

1. Кудинов И. В., Ерёмин А. В., Сичинава Г. В., Бранфилева А. Н., Ткачёв В. К., Курганова О. Ю. Экспериментальные исследования мощность газовойдающих теплообменников // Вестник СамГТУ. Технические науки. 2017. № 2 (54). С. 146–153.

УДК 339.13.012

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ

MODERN STATUS OF THERMAL ENERGY MARKET IN RUSSIA

Лавров А. С., Доронин А.С., Трубицын К. В.

Самарский государственный технический университет, г. Самара,

LavrovAS@samregion.ru

Lavrov A. S., Doronin A.S., Trubitsyn K. V.

Samara State Technical University, Samara

Аннотация: В работе изучен рынок тепловой энергии в России, проанализированы основные его потребители. Представлены